

Hans Almqvist; april 2019

Patent och dokument inom andningsapparatområdet

Fysiologi

För att ge en adekvat översikt av AGAs verksamhet på andningsapparatområdet bör man börja med de fysiologer, som utredde och satte gränserna för vad människan tål i form av sammansättning av andningssgas, omgivande tryck, tider för extrem belastning etc. På ett tidigt stadium under 1950-talet var Carl Magnus Hesser (dykning) och Hilding Bjurstedt (flyg) på Karolinska Institutet de tongivande fysiologerna. Under senare delen av 1900-talet var Claes Lundgren, Lunds Universitet och senare Universitetet i Buffalo den viktigaste fysiologen på dykområdet, men andra var involverade: Hans Örnbaden, Ulf Baldin och inte minst Gunnar Dahlbäck, som var AGA Spiros utvecklingschef i många år. Måns Arborelius, Malmö, anlätades flitigt för att t. ex. sätta gränserna för positivt tryck i andningsapparater för brandmän. Charles Strömblad, Malmslätt, var medicinskt ansvarig för det nya andningssystem som togs fram för piloterna i Draken och Viggen.

För den som vill ha en snabb överblick av andningsfysiologi rekommenderas Dan Warkanders doktorsavhandling [1].

Övriga nyckelpersoner

Utvecklingen av AGA Spiro/Interspiro under 1900-talets senare tredjedel hade inte varit möjlig utan stöd från ett antal andra personer:

Rökdykapparater: Gunnar Persson, FOA och Gunnar Lundqvist, Arbetarskyddsstyrelsen

Dykapparater: Gösta Fahlman, Svenska Marinen, Materielverket och senare diverse positioner i USA, Gunnar Lundqvist, Svenska Armen och Materielverket, Pelle Wide, Materielverket och Stig Lundin, Materielverket

Flygandningsapparater: Lennart Bewe, Materielverket

Utvecklingshistorik

Mycket av AGAs innovationshistorik inom andningsapparatområdet har beskrivits under andra referenser i kapitel 18. Här ges information om några projekt, som också bidragit till företagets utveckling. Informationen ges i ungefärlig kronologisk ordning:

Syrgasmask för piloter

En anordning med främsta syfte att spara på syrgasen vid flygning på högre höjder uppfanns av Emil Andersson, flitig innovatör på medicinområdet. Patentet, [SE 111 967](#) beskriver hur första delen av andningssgasen, som inte deltagit i syrgas/koldioxidutbytet i lungorna sparas i en reservoar för att utgöra första delen av nästa inandning.

Varning för lågt tryck

En uppfinning av Emil Andersson avser en anordning för att varna t. ex. en brandman eller läkare att förrådet av andningssgas håller på att ta slut. Patentet [SE 119 988](#) med Emil Andersson som uppfinnare visar en metod som ger ett "smattrande" ljud som varning då förrådet närmar sig att bli tomt.

Syrgasapparat utan backventiler

Syrgasapparater arbetar med sk cirkelsystem, dvs andningssgasen cirkulerar i ett kretslopp där utandningssgasen renas från koldioxid i en absorber och ersättes med ny syrgas från ett syrgasförråd. Strömningsriktningen regleras med backventiler i de båda in- och utandningsslangarna som är

anslutna till användaren. I patent [SE 126 041](#) visar uppfinnaren Emil Andersson hur backventilernas funktion kan ersättas med ett injektor-styrt system varvid endast en slang behövs till användaren.

Placering av utandningsventil i reglmembranets centrum

En andningsventil har normalt ett membran som påverkas av omgivande tryck och som genom det undertryck som användaren åstadkommer vid inandning rör sig och påverkar en ventil som levererar andningsgas till användaren. Vid utandning åstadkommer användaren ett övertryck och utandningsgasen går ut genom en utandningsventil. Vid dykning varierar det statiska trycket på olika djup och om membranet och utandningsventilen sitter skilda åt kommer tryckvariationer att medföra olika andningsmotstånd beroende på det relativa läget för de två komponenterna. Dag Johannisson fann att genom att placera utandningsventilen i membranets centrum var de båda utsatta för samma tryck och andningsmotstånden kunde göras minimalt låga och oberoende av läget i vattnet. Patentet [SE 157 986](#) ledde till en marknadsfördel för AGA så länge patentet gällde och kopierades sedan av alla tillverkare. Möjligen betalade Poseidon en licensavgift för att tidigt kunna använda tekniken.

Minskning av "skadligt utrymme" (dead space)

Användning av andningsmask medför alltid att ett visst skadligt utrymme skapas som leder till att en del utandningsgasen, som har hög halt av koldioxid, återinandas. Dag Johannissons patent [SE 160 746](#) visar för första gången på en lösning i form av en innermask som bidrog till att väsentligt minska det skadliga utrymmet. Innermask är i dag standard på alla andningsapparater.

Reservluftventil

Gemensamt för alla andningsapparater med buret andningsgasförråd är att gasförrådet kan ta slut utan att användaren är förvarnad. Visserligen har man normalt en manometer som visar kvarvarande tryck, men i stressituationer kan användaren lätt glömma att läsa av denna. Knut Svensson och Dag Johannisson uppfann den första reservluftventilen, se patent [SE 165 331](#), som stängde av lufttillförseln vid visst tryck och en manuell öppning fordrades för att få återstoden.

En nackdel med de tidiga reservluftventilerna var att stängningen kom plötsligt och kunde skrämja mindre vana användare. En förbättrad version utvecklades av Jan Sandström, AGA Spiros utvecklingschef under ett antal år. Denna innebar att stängningen skedde gradvis, dvs man fick delar av andetag innan det var nödvändigt att öppna ventilen för att få resten av luften. Se patent [US 3 788 312](#).

Varningsvissla

Som ett alternativ till reservluftventil har vissa länders standard krävt en ljudsignal då luften närmar sig att ta slut. Det är då nödvändigt att åstadkomma starkast möjliga signal med minsta möjliga luftförbrukning. Ivan Hellquist och Pierre Bühlman konstruerade en sådan; se patent [SE 461 427](#).

Flyktandningsapparat

Pierre Bühlman var ansvarig för konstruktion av en flyktapparat Spiroscape och tre patent togs ut. Vi har vid skrivning av detta ej kunnat lokalisera dessa patent. Se Pierres kommentarer nedan:

From: Pierre Buhlmann <buhlmann.pierre@gmail.com>
To: Hans <hacreatec@aol.com>
Subject: Re: Patentinformation
Date: Mon, Jul 10, 2017 2:43 pm

Hej Hans, jag kan berätta om 3 patent som kom till genom ett behov inom flyktapparater. Nu bara slänger jag ihop detta och känn dej fri att ändra om du vill.

Trevlig sommar
Pierre

SPIROSCAPE

Bakgrund:

Falklandskriget hade skördat dödliga offer på engelska båtar bla efter Argentinas attack med franska roboten Exocet . Brand ombord utvecklade när roboten skar igenom skrovet och tände eld på inredningen (dock utan att explodera) med mkt kraftig rökutveckling som följde. Manskaper flydde ut men röken var så massiv och förgiftade många under deras flykt upp till däck. Ett behov av en andnings- flykt -apparat som ger skydd under 10 till 15 minuter som skulle ha räddat livet specades och blev även ett obligatoriskt internationellt krav för båtar med lång flyktväg till däck . Därmed kom england med sin Elsa , en mkt enkel andningsapparat.

Den bestod av en plasthuva med en anslutning för färsk gastillförsel med ett konstant gasflöde på 40lpm. Plaashuvan blåstes upp och att resorband runt halsen tätade tillräckligt för att ett litet övertryck bildades vid utandning. Andnings komforten var dålig och inte sällan drog användaren på sig höga CO2 halter vilket gav huvudvärk dagen efter , vilket man kunde acceptera med tanke på att den räddat livet om giftig gas omgav flykten tillfället.

Interspiro under Hans Almqvist ledning gav därmed ett uppdrag till mej att utveckla en flyktapparat med bättre prestanda men som även skulle vara mkt prisvärd med tanke på att köparna oftast köper billigaste utrustningen som uppfyller kraven. Standarden som nu fanns för sådan flyktapparat heter EN1148 i europa och innehåller krav på en varning när CO2 nivåerna blir höga i huven , vilket vanligtvis sker när gasen tar slut , men även många andra krav som måste uppfyllas . Denna varning löstes av konkurrenterna med en vissla som dels drar gas men även måste startas innan gasen tar slut vilket gör att man måste stanna och ta av sej huven , vilket tillfället avbryter flykten och gör att man spiller den sista gasen. Även en amerikansk standard finns för denna apparattyp inom NIOSH.

En mkt intressant tid för mej följdes men eftersom jag vid tillfället redan hade flera intressanta utvecklingsuppdrag blev det en resursfråga. Resurser för att sätta mina ideer på ritningar och bygga prototyper fanns inte på nära håll men en före detta medarbetare i england hade prototyp tillverkning och jag reste till england för att diskutera och tillverka de första prototyperna. Detta ledde till att 3 nya patent tecknades och baserades på mina tankar och ideer .

Patenten kan beskrivas så här.

Patent 1 Gasdoseringslösningen

1. genom att bygga en **Gasdoseringslösning** som ger ett konstantflöde färskgas separat från utandnings gasen möjliggörs att man kan förbättra CO2 nivåerna till en kraftigt lägre nivå jämfört med konkurrenterna med samma gasflöde. Detta leder till att man kan arbeta hårdare under flykten utan andnöd . Vid metabolism simuleringar på FOA konstaterades att konkurrerande flyktapparater får höja sitt flöde från 40 lpm till 53 lpm för att sänka CO2 nivåerna till vår låga nivå. Denna **Gasdoseringslösning** kan beskrivas enkelt på två olika sätt: 1 : all doserad gas når användarens lungor eller 2 : endast gammal gas från djupa delar av lungorna lämnar huven. Denna lösning i kombination med ytterligare två patent gav avsevärda fördelar.

Patent 2:Auto- Hatch .

En ventil som sattes i huven och automatiskt öppnades när gasen tog slut, och därmed möjliggör andning från omgivningen direkt utan att stanna och ta av sej huven, gjorde att ingen varning behövdes eftersom CO2 nivåerna

aldrig blir höga!

Fördelarna är flera:

1. All gas kommer till huvan och inget spills till en separat gasdriven vissla.
2. Huvan kan användas tills gasen är slut och behöver inte tas av innan gasen tar slut pga av larm.
3. vid flykt i verklig situation är det kraftigt bakgrundsljud och en vissla kanske inte hörs. detta problem försvann
4. flyktpersonen behöver ej vara på sin vakt och lyssna efter ljud utan kan koncentrera sej på att ta sej ut från farliga området. även *enklare träning!*
5. eftersom personen ej behöver ta av sej huvan får man även ett skydd för ögonen under resterande flykten. mkt bra svidande ögon gav problem.
6. CO2 byggs ej upp till höga nivåer vilket kan leda till andningsnöd och panik

Patent 3 snabbfyllning EasyFill

1. Anslut EasyFill och gasbehållaren fyll automatiskt.
2. Skruva bort EasyFill och regulator / EasyFill stängs av automatiskt
3. enkelhet vid fyllning och inga skyddspluggar behövs eftersom tömning och fyllning sker från samma anslutning.

kuriosa:

Flera andra tekniska lösningar finns som dock ej är patenterade och inte beskrivs här.

Roligt är att denna apparat är Pirat-kopierad flera gånger och jag har sett 2 st från olika delar av världen. En från Turkiet och en från Kina.

Man brukar säga att man är ingen duktig ingenjör om man inte är kopierad, vilket jag brukar skoja om med mina yngre arbetskamrater.

*Ett verkligt patentintrång från MSA gjorde att vi tog en patentstrid om skadestång. Domstolen i Tyskland dömde till MSA:s fördel pga av formuleringen i vårt patent samt att de hittade en äldre ansökan som ej blivit patent vilket beskrev en snarlik lösning som dock inte fungerade i praktiken. Därmed missade Interspiro en större summa på ca 30 miljoner SEK. MSA satte in mkt resurser på att motbevisa oss, och lyckades. Som så många gånger kan man konstatera att det är en sak att **ha rätt**, och en helt annan sak att **få rätt** i en domstol. PSS sätt gjorde tyska domstolar det omöjligt att införa säkerhetstryck i Tyskland tills vårt patent på säkerhetstryck gick ut! Då blev det tillåtet! men det är en annan historia :)*

lite länkar:

Interspiro :

[http://www.interspiro.com/Maritime/95300-02/SPIROSCAPE-br-EMERGENCY-ESCAPE-BREATHING-DEVICE-\(EEBD\).aspx](http://www.interspiro.com/Maritime/95300-02/SPIROSCAPE-br-EMERGENCY-ESCAPE-BREATHING-DEVICE-(EEBD).aspx)

Scott Elsa.

<https://www.scottsafety.com/en/anzp/pages>

[/ProductDetail.aspx?productdetail=Scott+Safety+ELSA+Constant+Flow+Escape+Breathing+Apparatus](#)

<https://sv.wikipedia.org/wiki/Falklandskriget>

<https://sv.wikipedia.org/wiki/Exocet>

Slangdykning via högtrycksslang

Det vanliga sättet att leverera andningsgas till en dykare via slang är att från ett högtrycksförråd vid ytan reglera trycket till ca 10 bar och via slangen ansluta till dykarens andningsapparat mellan dess högtrycksregulator och andningsventil. Nackdelen med detta system är att slangen måste ha en inre diameter på över 10 mm för att tillräckligt med gas skall kunna levereras. Imre Botos, senare stödd av Pierre Bühlman, kom med idén att i stället föra ned högtrycksgas direkt från högtrycksbehållaren på ytan. Detta gav fördelen att en slang med mycket mindre diameter kunde användas, vilket medförde enklare hantering av slangen i t.ex. kraftig ström och att den dessutom kunde användas som livlina, dvs den obligatoriska livlinan kunde slopas. Det medförde också att tryckregulatorn på

ytan kunde slopas och att personalen kunde koncentrera mera på dykarens säkerhet. Se patent [SE 526 233](#). Systemet har blivit en storsäljare över hela världen och gett upphov till nya dyksystem under namnet DPX.

Puch-pull- system för dykare

Ett system för försörjning av andningsgas av en eller två dykare från en dykarklocka förslogs av Gösta Fahlman och ledde till patent [US 3 859 994](#). Fördelen med systemet var att dykarna kunde arbeta på större avstånd från dykarklockan och på djup ovanför och nedanför denna. Bail-out systemet som skulle försörja dykarna med andningsgas vid avbrott i försörjningen från klockan var enligt Imre Botos inte optimalt. Han konstruerade därför ett halvslutet system för att bättre svara mot kraven; se patent [US 3 820 537](#).

Några ord om Gösta Fahlman och AGAs tidiga aktiviteter på dykområdet i USA.

Gösta var först U-båtsofficer i Svenska Marinen, bl.a. med Navy Seal- utbildning i USA. Han kom senare till Materielverket med ansvar för dykerienheten och då i nära kontakt med AGAs dykavdelning. Efter några år lämnade Gösta Sverige tillsammans med fru och 5 döttrar för ett jobb på Lockheed i Canada. Han blev senare värvad för att leda ett undervattensprojekt på Hawaii, Makaii Underwater Research Team, och hans enhet hade under några år världsrekordet i mättnadsdykning (520 feet med 4? Man i 7? Dagar). Bland dykarna var två Green Baret soldater; Dick Ellis och Scott Archibald.

AGA hade vid tillfället ett AGA Corporation i Secaucus, New Jersey, som samordnade AGAs samtliga amerikanska aktiviteter. Jag träffade både den tidiga chefen, Alvar Ohlson och en senare, Bill Peet, och kom till bedömningen att vi inte var färdiga för USA introduktion, vare sig på dyk- eller brandkårsområdet. Vi sålde en del utrustning till US Navy, men det skötte vi från Sverige. I och med Ulf af Trolles verksamhet i AGA hade dock diskussionen kommit upp i AGA Corp att det fanns en marknad på Dykapparater. Man lät finanschefen Bill Washburn leda projektet och anställde ovannämnda Dick Ellis och Scott Archibald att ta hand om försäljningen. Man satte upp ett kontor i Melbourne, Florida, beställde 1000 apparater exclusive gasflaskor från oss i Sverige och satte igång. Jag gjorde helt klart för alla att detta var på armlängds avstånd från mitt ansvar som chef för dåvarande resultatenhet Andningsapparater och skulle inte hållas ansvarig. Första steget var att ta fram USA-Godkända gasflaskor. Man vände sig till Pressed Steel Tank i Milwaukee, Wisconsin; en seriös tillverkare av alla typer av gasflaskor. Då leveranserna började fick jag ett nödrop från Bill W: Inget fungerar! Jag anlät Jan Ohlsson, AGAs flaskexpert och vi konstaterade att det fanns 7 kvalitetsfel på de levererade flaskorna. Problemen fortsatte och vi fick då och då rycka ut för att hjälpa hålla igång verksamheten. Några 100 apparater levererades, men lönsamheten var bedrövlig. Det stod klart för oss att teamet i USA inte var vuxen uppgiften.

Under tiden hade det beslutats att AGA Corp skulle brytas upp i småenheter och styras från respektive produktbolag i Sverige. Jag fick AGAs VD Sven Ågrups order att AGA Spiro som då bildats skulle ta över Melbourne-enheten. Det gällde först att byta folk och mitt val föll på Gösta Fahlman, som hade avslutat sitt projekt på Hawaii, att leda verksamheten. Den omlokaliseras till Santa Paulo, California och vi såg en tydlig positiv trend i försäljningen men fortfarande med röda siffror. Tyvärr bytte AGA Spiro ordförande i samma veva. Den nye Sten Isacson hade inget tålamod: jag fick styrelsens order att avyttra verksamheten. Gösta drog sig tillbaka till sitt älskade Hawaii och hade vad jag vet en bra ålderdom.

Dykapparat för minröjning

Ref_18_07_Dykapparat för minröjning sammanfattar hur AGA kom in på denna typ av dykapparater genom en order från Svenska Marinen. En rad förbättringar gjordes av det ursprungliga systemet. Imre Botos och Ivan Hellquist hade två patent, som utjämnar flytkraften i vattnet vid varierande volym på andningsbälgen. Se [US 4 031 887](#) och [US 4 060 076](#).

Referenser [1] Dan E. Warkander: *Ergonomics of Breathing Apparatus, with Special Reference to Work of Breathing, Dead Space and Breathing Resistance*, Department of Injury Prevention, Göteborg 1994